

فصل چهارم

پمپ هیدرولیک

پمپ هیدرولیک

با توجه به نفوذ روز افزون سیستم های هیدرولیکی در صنایع مختلف وجود پمپ هایی با توان و فشار های مختلف بیش از پیش مورد نیاز است . پمپ به عنوان قلب سیستم هیدرولیک انرژی مکانیکی را که توسط موتورهای الکتریکی، احتراق داخلی و ... تامین می گردد به انرژی هیدرولیکی تبدیل می کند. در واقع پمپ در یک سیکل هیدرولیکی یا نیوماتیکی انرژی سیال را افزایش می دهد تا در مکان مورد نیاز این انرژی افزوده به کار مطلوب تبدیل گردد.

فشار اتمسفر در اثر خلا نسبی بوجود آمده به خاطر عملکرد اجزای مکانیکی پمپ ، سیال را مجبور به حرکت به سمت مجرای ورودی آن نموده تا توسط پمپ به سایر قسمت های مدار هیدرولیک رانده شود. حجم روغن پر فشار تحویل داده شده به مدار هیدرولیکی بستگی به ظرفیت پمپ و در نتیجه به حجم جابه جا شده سیال در هر دور و تعداد دور پمپ دارد. ظرفیت پمپ با واحد گالن در دقیقه یا لیتر بر دقیقه بیان می شود.

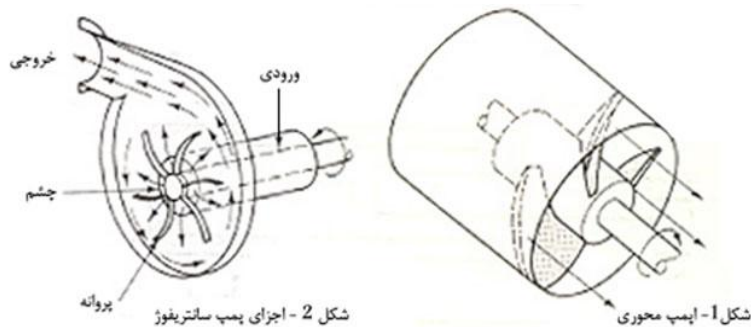
نکته قابل توجه در در مکش سیال ارتفاع عمودی مجاز پمپ نسبت به سطح آزاد سیال می باشد ، در مورد روغن این ارتفاع نباید بیش از ۱۰ متر باشد زیرا بر اثر بوجود آمدن خلا نسبی اگر ارتفاع بیش از ۱۰ متر باشد روغن جوش آمده و بجای روغن مایع ، بخار روغن وارد پمپ شده و در کار سیکل اختلال بوجود خواهد آورد . اما در مورد ارتفاع خروجی پمپ هیچ محدودیتی وجود ندارد و تنها توان پمپ است که می تواند آن رامعین کند.

پمپ ها در صنعت هیدرولیک به دو دسته کلی تقسیم می شوند :

۱- پمپ ها با جا به جایی غیر مثبت (پمپ های دینامیکی)

۲- پمپ های با جا به جایی مثبت

پمپ ها با جا به جایی غیر مثبت : توانایی مقاومت در فشار های بالا را ندارند و به ندرت در صنعت هیدرولیک مورد استفاده قرار می گیرند و معمولا به عنوان انتقال اولیه سیال از نقطه ای به نقطه دیگر بکار گرفته می شوند. بطور کلی این پمپ ها برای سیستم های فشار پایین و جریان بالا که حداکثر ظرفیت فشاری آنها به 250psi تا 3000psi محدود می گردد مناسب است. پمپ های گریز از مرکز (سانتریفوژ) و محوری نمونه کاربردی پمپ های با جابجایی غیر مثبت می باشد.



پمپ های با جابجایی مثبت : در این پمپ ها به ازای هر دور چرخش محور مقدار معینی از سیال به سمت خروجی فرستاده می شود و توانایی غلبه بر فشار خروجی و اصطکاک را دارد. این پمپ ها مزیت های بسیاری نسبت به پمپ های با جا به جایی غیر مثبت دارند مانند ابعاد کوچکتر ، بازده حجمی بالا ، انعطاف پذیری مناسب و توانایی کار در فشار های بالا (حتی بیشتر از psi)

پمپ ها با جابه جایی مثبت از نظر ساختمان :

۱- پمپ های دنده ای

۲- پمپ های پره ای

۳- پمپ های پیستونی

پمپ ها با جابه جایی مثبت از نظر میزان جابه جایی :

۱- پمپ ها با جابه جایی ثابت

۲- پمپ های با جابه جایی متغییر

در یک پمپ با جابه جایی ثابت (Fixed Displacement) میزان سیال پمپ شده به ازای هر یک دور چرخش محور ثابت است در صورتیکه در پمپ های با جابه جایی متغیر (Variable Displacement) مقدار فوق بواسطه تغییر در ارتباط بین اجزاء پمپ قابل کم یا زیاد کردن است. به این پمپ ها ، پمپ های دبی متغیر نیز می گویند.

باید بدانیم که پمپ ها ایجاد فشار نمی کنند بلکه تولید جریان می نمایند. در واقع در یک سیستم هیدرولیک فشار بیانگر میزان مقاومت در مقابل خروجی پمپ است اگر خروجی در فشار یک اتمسفر باشد به هیچ وجه فشار خروجی پمپ بیش از یک اتمسفر نخواهد شد. همچنین اگر خروجی در فشار ۱۰۰ اتمسفر باشد برای به جریان افتادن سیال فشاری معادل ۱۰۰ اتمسفر در سیال بوجود می آید.

↔ Gear Pump پمپ های دنده ای ↔

این پمپ ها به دلیل طراحی آسان ، هزینه ساخت پایین و جثه کوچک و جمع و جور در صنعت کاربرد زیادی پیدا کرده اند . ولی از معایب این پمپ ها می توان به کاهش بازده آنها در اثر فرسایش قطعات به دلیل اصطکاک و خوردگی و در نتیجه نشت روغن در قسمت های داخلی آن اشاره کرد. این افت فشار بیشتر در نواحی بین دنده ها و پوسته و بین دنده ها قابل مشاهده است.

پمپ ها ی دنده ای :

۱- دنده خارجی External Gear Pumps

۲- دنده داخلی Internal Gear Pumps

۳- گوشواره ای Lobe Pumps

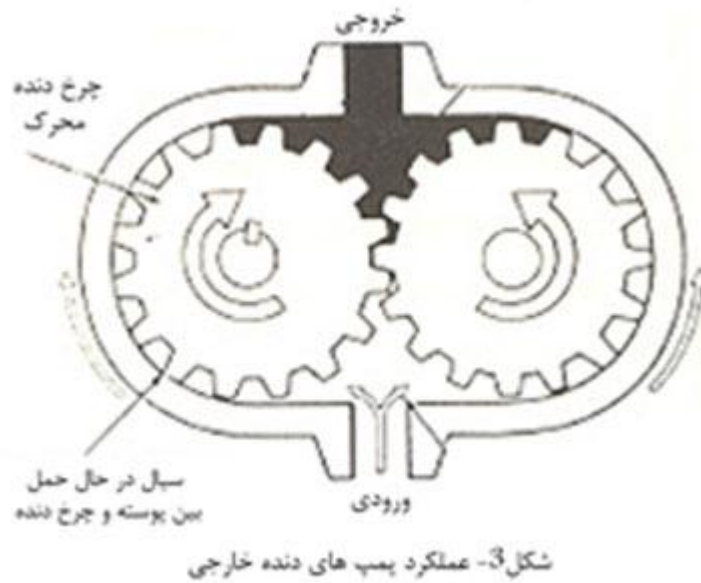
۴- پیچی Screw Pumps

۵- ژیروتور Gerotor Pumps

↘ ۱- دنده خارجی External Gear Pumps

در این پمپ ها یکی از چرخ دنده ها به محرک متصل بوده و چرخ دنده دیگر هرزگرد می باشد. با چرخش محور محرک و دور شدن دنده های چرخ دنده ها از هم با ایجاد خلاء نسبی روغن به فضای بین چرخ دنده ها و پوسته کشیده شده و به سمت خروجی رانده می شود.

لقی بین پوسته و دنده ها در اینگونه پمپ ها حدود ($0,025 \text{ mm}$) می باشد.



افت داخلی جریان به خاطر نشست روغن در فضای موجود بین پوسته و چرخ دنده است که لغزش پمپ (Volumetric efficiency) نام دارد.

با توجه به دور های بالای پمپ که تا 2700 rpm می رسد پمپاژ بسیار سریع انجام می شود، این مقدار در پمپ های دنده ای با جابه جایی متغییر می تواند از 750 rpm تا 1750 rpm متغییر باشد. پمپ های دنده ای برای فشارهای تا (کیلوگرم بر سانتی متر مربع 200) 3000 psi طراحی شده اند که البته اندازه متداول آن 1000 psi است.

Internal Gear Pumps دنده داخلی

این پمپ ها بیشتر به منظور روغنکاری و تغذیه در فشارهای کمتر از 1000 psi استفاده می شود ولی در انواع چند مرحله ای دسترسی به محدوده ی فشاری در حدود 4000 psi نیز امکان پذیر است. کاهش بازدهی در اثر سایش در پمپ های دنده ای داخلی بیشتر از پمپ های دنده ای خارجی است.



۳- پمپ های گوشواره ای Lobe Pumps

این پمپ ها از خانواده پمپ های دنده ای هستند که آرامتر و بی صداتر از دیگر پمپ های این خانواده عمل می نمایند زیرا هر دو دنده آن دارای محرک خارجی بوده و دنده ها با یکدیگر درگیر نمی شوند. اما به خاطر داشتن دندانه های کمتر خروجی ضربان بیشتری دارد ولی جابه جایی حجمی بیشتری نسبت به سایر پمپ های دنده ای خواهد داشت.



Screw Pumps

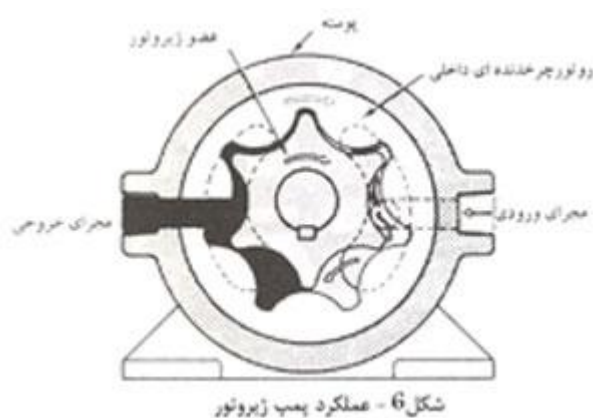
۴- پمپ های پیچی

پمپ پیچی یک پمپ دنده ای با جابه جایی مثبت و جریان محوری بوده که در اثر درگیری سه پیچ دقیق (سنگ خورده) درون محفظه آب بندی شده جریانی کاملاً آرام ، بدون ضربان و با بازده بالا تولید می کند. دو روتور هرزگرد به عنوان آب بندهای دوار عمل نموده و باعث رانده شدن سیال در جهت مناسب می شوند. حرکت آرام بدون صدا و ارتعاش ، قابلیت کار با انواع سیال ، حداقل نیاز به روغنکاری ، قابلیت پمپاژ امولسیون آب ، روغن و عدم ایجاد اغتشاش زیاد در خروجی از مزایای جالب این پمپ می باشد.

Gerotor Pumps

۵- پمپ های ژیروتور

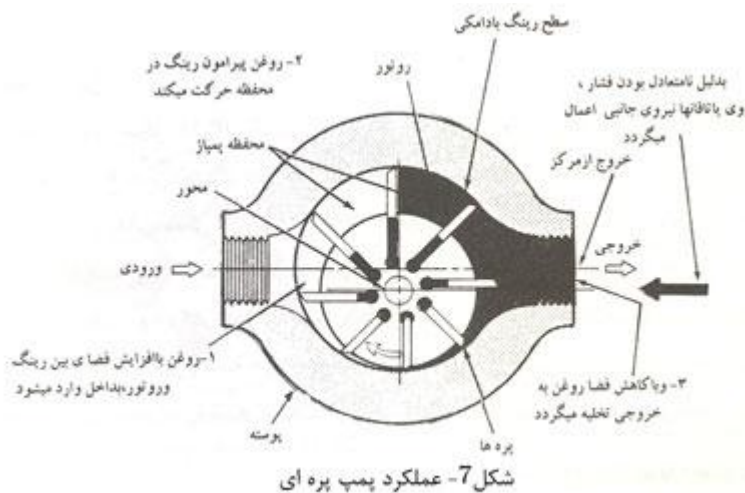
عملکرد این پمپها شبیه پمپ های چرخ دنده داخلی است. در این پمپ ها عضو ژیروتور توسط محرک خارجی به حرکت در می آید و موجب چرخیدن روتور چرخ دنده های درگیر با خود می شود. در نتیجه این مکانیزم درگیری ، آب بندی بین نواحی پمپاژ تامین می گردد. عضو ژیروتور دارای یک چرخ دنده کمتر از روتور چرخ دنده داخلی می باشد. حجم دنده کاسته شده ضرب در تعداد چرخ دنده چرخ دنده محرک ، حجم سیال پمپ شده به ازای هر دور چرخش محور را مشخص می نماید.



پمپ های پره ای :

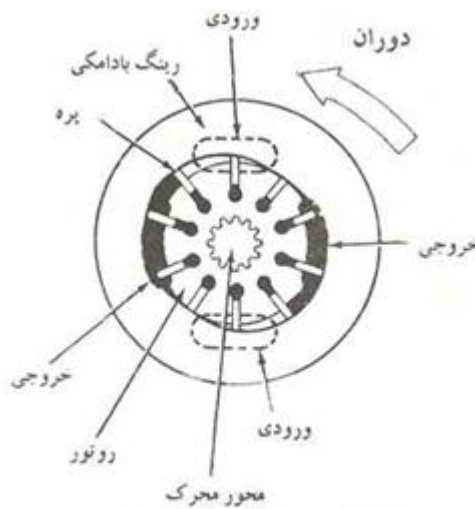
به طور کلی پمپ های پره ای به عنوان پمپ های فشار متوسط در صنایع مورد استفاده قرار می گیرند. سرعت آنها معمولا از ۱۲۰۰ rpm تا ۱۷۵۰ rpm بوده و در مواقع خاص تا ۲۴۰۰ rpm نیز میرسد. بازده حجمی این پمپ ها ۸۵٪ تا ۹۰٪ است اما بازده کلی آنها به دلیل نشت های موجود در اطراف روتور پایین است (حدود ۷۵٪ تا ۸۰٪). عمدتا این پمپها آرام و بی سر و صدا کار می کنند ، از مزایای جالب این پمپ ها این است که در صورت بروز اشکال در ساختمان پمپ بدون جدا کردن لوله های ورودی و خروجی قابل تعمیر است.

فضای بین روتور و رینگ بادامکی در در نیم دور اول چرخش محور ، افزایش یافته و انبساط حجمی حاصله باعث کاهش فشار و ایجاد مکش می گردد، در نتیجه سیال به طرف مجرای ورودی پمپ جریان می یابد. در نیم دور دوم با کم شدن فضای بین پره ها سیال که در این فضاها قرار دارد با فشار به سمت خروجی رانده می شود. همانطور که در شکل می بینید جریان بوجود آمده به میزان خروج از مرکز(فاصله دو مرکز) محور نسبت به روتور پمپ بستگی دارد و اگر این فاصله به صفر برسد دیگر در خروجی جریانی نخواهیم داشت.



پمپ های پره ای که قابلیت تنظیم خروج از مرکز را دارند می توانند دبی های حجمی متفاوتی را به سیستم تزریق کنند به این پمپ ها ، جابه جایی متغییر می گویند. به خاطر وجود خروج از مرکز محور از روتور (عدم تقارن) بار جانبی وارد بر یاتاقان ها افزایش می یابد و در فشار های بالا ایجاد مشکل می کند.

برای رفع این مشکل از پمپ های پره ای متقارن (بالانس) استفاده می کنند. شکل بیضوی پوسته در این پمپ ها باعث می شود که مجاری ورودی و خروجی نظیر به نظیر رو به روی هم قرار گیرند و تعادل هیدرولیکی برقرار گردد. با این ترفند بار جانبی وارد بر یاتاقان ها کاهش یافته اما عدم قابلیت تغییر در جابه جایی از معایب این پمپ ها به شمار می آید. (چون خروج از مرکز وجود نخواهد داشت)



شکل 8 - عملکرد پمپ پره ای بالانس

حداکثر فشار قابل دستیابی در پمپ های پره ای حدود 3000 psi است.

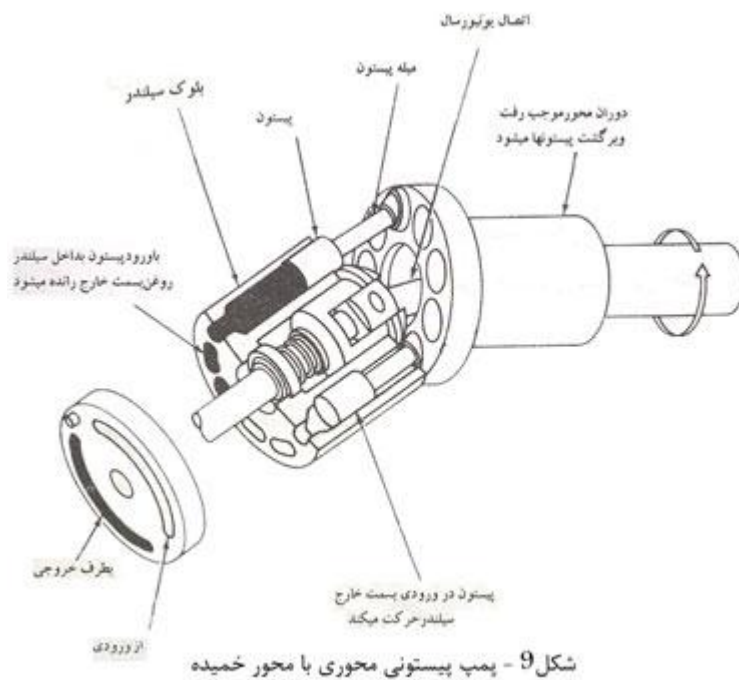
پمپ های پیستونی

پمپ های پیستونی با دارا بودن بیشترین نسبت توان به وزن، از گرانترین پمپ ها هستند و در صورت آب بندی دقیق پیستون ها می تواند بالا ترین بازدهی را داشته باشند. معمولا جریان در این پمپ ها بدون ضربه بوده و به دلیل عدم وارد آمدن بار جانبی به پیستونها دارای عمر طولانی می باشند، اما به خاطر ساختار پیچیده تعمیر آن مشکل است.

از نظر طراحی پمپ های پیستونی به دو دسته شعاعی و محوری تقسیم می شوند.

پمپ های پیستونی محوری با محور خمیده (Axial piston pumps(bent-axis type) :

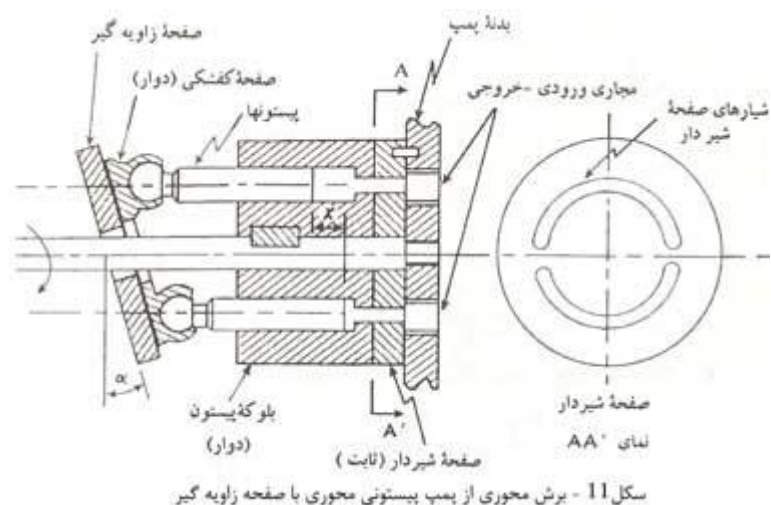
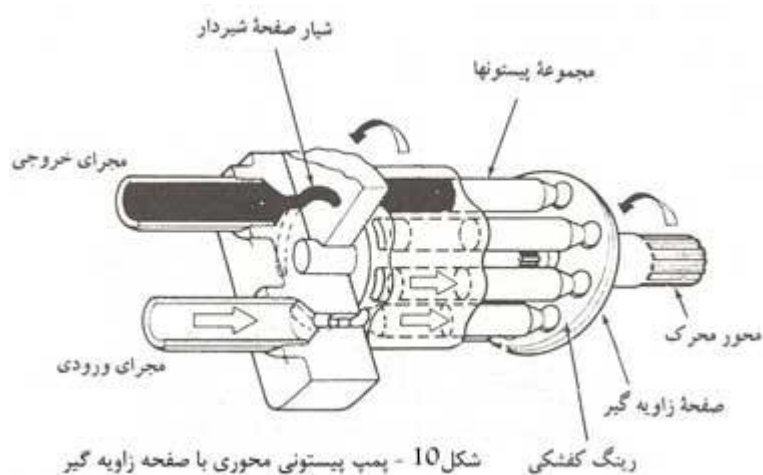
در این پمپ ها خط مرکزی بلوک سیلندر نسبت به خط مرکزی محور محرک در موقعیت زاویه ای مشخصی قرار دارد میله پیستون توسط اتصالات کروی (Ball & socket joints) به فلنج محور محرک متصل هستند به طوری که تغییر فاصله بین فلنج محرک و بلوک سیلندر باعث حرکت رفت و برگشت پیستون ها در سیلندر می شود. یک اتصال یونیورسال (Universal link) بلوک سیلندر را به محور محرک متصل می کند.



میزان خروجی پمپ با تغییر زاویه بین دو محور پمپ قابل تغییر است. در زاویه صفر خروجی وجود ندارد و بیشینه خروجی در زاویه ۳۰ درجه بدست خواهد آمد.

پمپ های پیستونی محوری با صفحه زاویه گیر (Axial piston pumps(Swash plate):

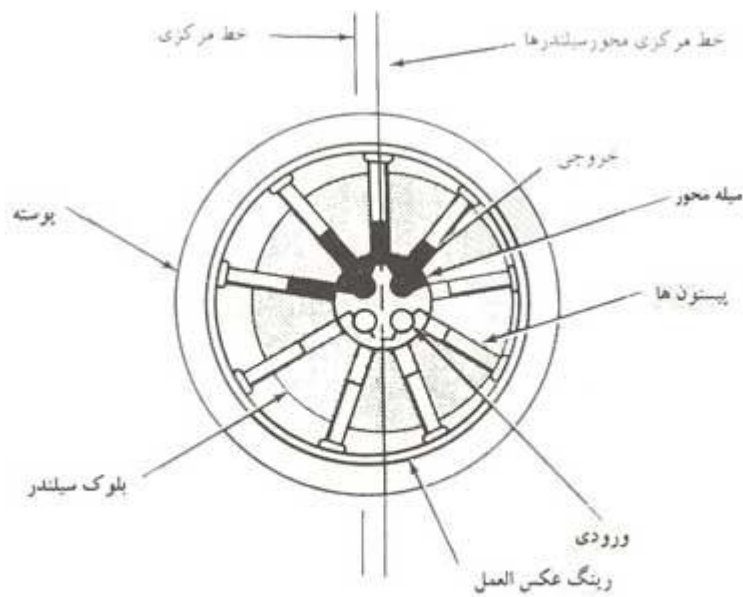
در این نوع پمپ ها محور بلوک سیلندر و محور محرک در یک راستا قرار می گیرند و در حین حرکت دورانی به خاطر پیروی از وضعیت صفحه زاویه گیر پیستون ها حرکت رفت و برگشتی انجام خواهند داد ، با این حرکت سیال را از ورودی مکیده و در خروجی پمپ می کنند. این پمپ ها را می توان با خاصیت جابه جایی متغیر نیز طراحی نمود . در پمپ های با جابه جایی متغیر وضعیت صفحه زاویه گیر توسط مکانیزم های دستی ، سرو کنترل و یا از طریق سیستم جبران کننده تنظیم می شود. حداکثر زاویه صفحه زاویه گیر حدود ۱۷,۵ درجه می باشد.



پمپ های پیستونی شعاعی (Radial piston pumps)

در این نوع پمپ ها ، پیستون ها در امتداد شعاع قرار میگیرند. پیستون ها در نتیجه نیروی گریز از مرکز و فشار سیال پشت آنها همواره با سطح رینگ عکس العمل در تماسند.

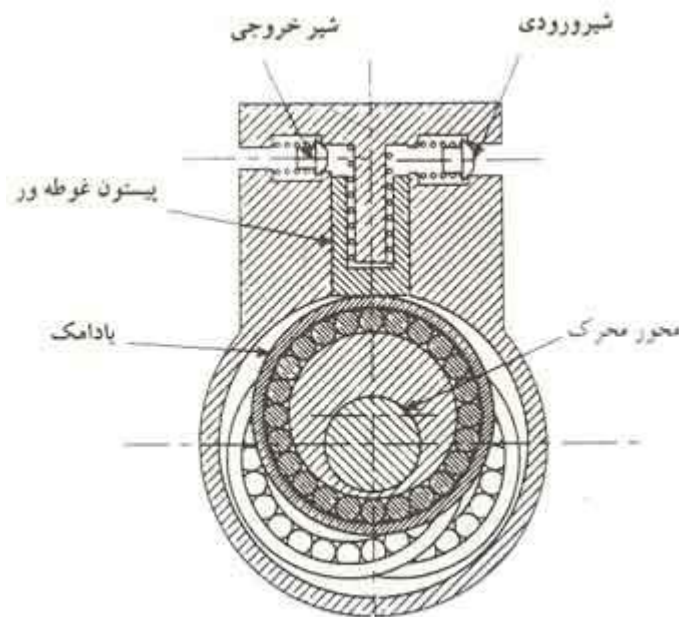
برای پمپ نمودن سیال رینگ عکس العمل باید نسبت به محور محرک خروج از مرکز داشته باشد (مانند شکل) در ناحیه ای که پیستون ها از محور روتور فاصله دارند خلا نسبی بوجود آمده در نتیجه مکش انجام میگیرد ، در ادامه دوران روتور، پیستون ها به محور نزدیک شده و سیال موجود در روتور را به خروجی پمپ می کند. در انواع جابه جایی متغییر این پمپ ها با تغییر میزان خروج از مرکز رینگ عکس العمل نسبت به محور محرک می توان مقدار خروجی سیستم را تغییر داد.



شکل 12- پمپ پیستونی شعاعی

پمپ های پلانچر (Plunger pumps)

پمپ های پلانچر یا پمپ های پیستونی رفت و برگشتی با ظرفیت بالا در هیدرولیک صنعتی کاربرد دارند. ظرفیت برخی از این پمپ ها به حدود چند صد گالن بر دقیقه می رسد. پیستون ها در فضای بالای یک محور بادامکی (شامل تعدادی رولر برینگ خارج از مرکز) در آرایش خطی قرار گرفته اند. ورود و خروج سیال به سیلندر ها از طریق سوپاپ ها (شیر های یک ترفه) انجام می گیرد.



شکل 13 - پمپ پلانچر (برش شعاعی)

راندمان پمپ ها (Pump performance)

بازده یک پمپ بطور کلی به میزان تدرانسها و دقت بکار رفته در ساخت ، وضعیت مکانیکی اجزاء و بالانس فشار بستگی دارد. در مورد پمپ ها سه نوع بازده محاسبه می شود:

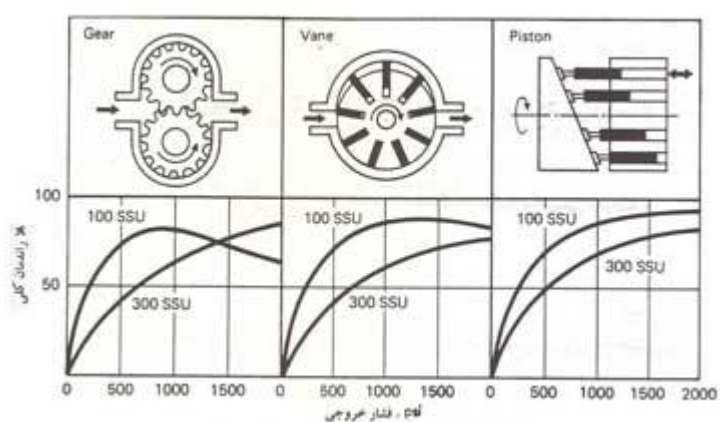
۱- بازده حجمی که مشخص کننده میزان نشتی در پمپ است و از رابطه زیر بدست می آید

(دبی تئوری که پمپ باید تولید کند /میزان دبی حقیقی پمپ) = بازده حجمی

۲- بازده مکانیکی که مشخص کننده میزان اتلاف انرژی در اثر عواملی مانند اصطکاک در یاتاقان ها و اجزای درگیر و همچنین اغتشاش در سیال می باشد.

بازده مکانیکی = (قدرت حقیقی داده شده به پمپ / قدرت تئوری مورد نیاز جهت کار پمپ)

۳- بازده کلی که مشخص کننده کل اتلاف انرژی در یک پمپ بوده و برابر حاصلضرب بازده مکانیکی در بازده حجمی می باشد.



شکل 14 - راندمان کلی پمپ های پستیتیو - بره ای و دنده ای

پمپ شناور



پمپ شناور یک یا چند طبقه، تک مکشه، محفظه با برش شعاعی، مخصوص نصب عمودی. در مواردی بسته به تعداد طبقات و اندازه موتور می‌تواند به صورت افقی یا مایل نیز نصب شود. پروانه‌ها بصورت جریان شعاعی یا مختلط بوده و قابل تراش می‌باشند. محفظه طبقات پمپهای جریان شعاعی توسط بست طبقات و محفظه طبقات پمپهای جریان مختلط توسط پیچهای دوسر به همدیگر متصل می‌شوند. محفظه مکش بین موتور و پمپ توسط صافی مکش، پمپ را در مقابل ذرات درون آب محافظت می‌کند. پمپها معمولاً دارای سوپاپ یک طرفه می‌باشد.

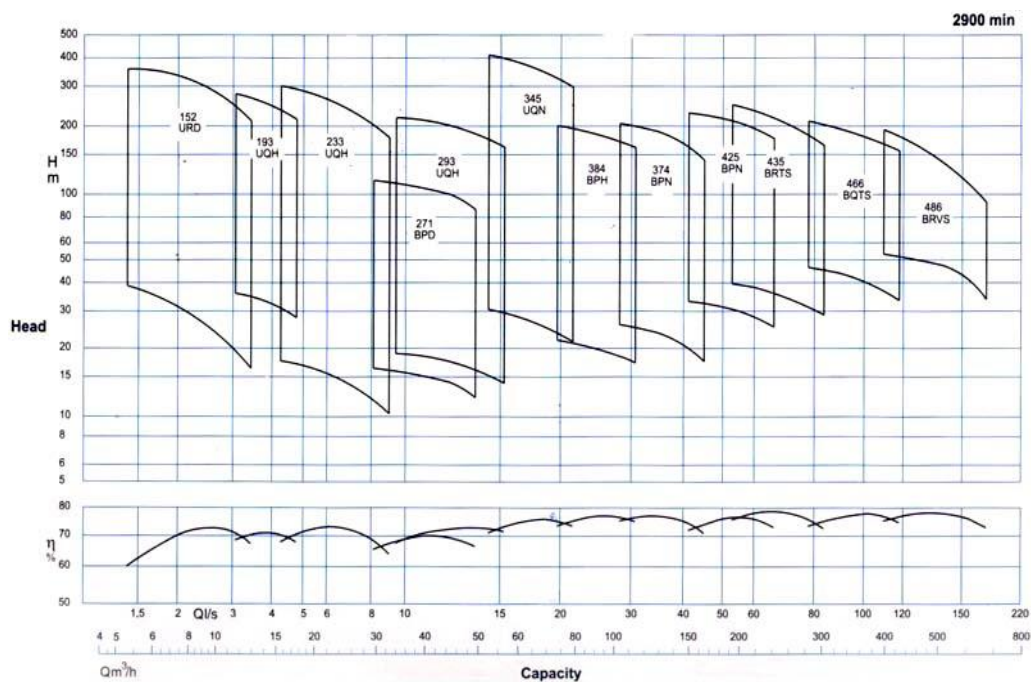
موارد کاربرد پمپ شناور

- انتقال آب تمیز یا حاوی کمی املاح در مصارف آبیاری
- سیستمهای آبیاری بارانی
- ایستگاههای تقویت فشار
- تأمین آب اضطراری
- زهکشی آبهای تحت الارضی
- تأسیسات تصفیه آب
- مصارف شستشوی صنعتی و سیستمهای آتش نشانی
- بعلاوه این پمپها در معادن و آبناها و غیره بکار می‌رود
- میزان مجاز شن در آب مورد پمپاژ ۲۵ گرم در متر مکعب می‌باشد

مشخصات کلی پمپ شناور

- قطر نامی سوپاپ ۲/۱ : ، ۱ تا ۸ اینچ
- ظرفیت آبدهی ۵ : تا ۶۵۰ متر مکعب در ساعت
- ارتفاع : تا ۳۰۰ متر

منحنی همپوشانی پمپ شناور



پمپ گریز از مرکز



پمپ گریز از مرکز افقی، با محفظه حلزونی، یک طبقه، پروانه یکسر آویز، موتور جدا، تک مکشه مرکزی و از نظر ابعادی و عملکرد مطابق Din ۲۴۲۵۵ می باشد. پروانه پمپ بالانس دینامیکی گردیده و محور به وسیله آبنند مکانیکی و یا نوار گرافیتی آبنندی می شود. محور پمپ توسط بوش فولاد کروم نیکل قابل تعویض محافظت می گردد.

نیروهای شعاعی و محوری وارد بر محور پمپ توسط دو عدد بلبرینگ گریس کاری شده که در یک طرف پروانه واقع شده اند تحمل می شود. در صورت درخواست مشتری روانکاری با روغن هم امکانپذیر می باشد.

این پمپها طوری طراحی شده اند که روتور و پایه یاتاقان آن به راحتی از طرف الکتروموتور بدون جدا کردن محفظه از سیستم لوله کشی قابل باز شدن می باشد.

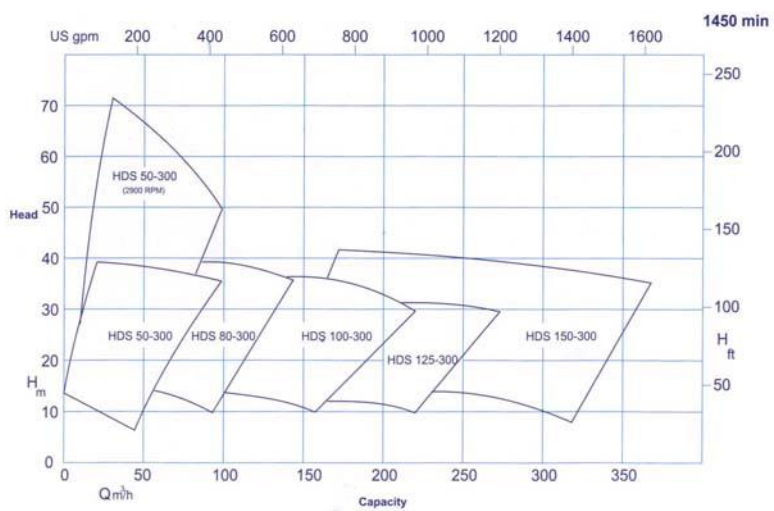
موارد کاربرد پمپ گریز از مرکز

- انتقال آب برای مصارف کشاورزی
- انتقال آب برای مصارف شهری و صنعتی
- انتقال آب آب گرم تأسیسات گرمایش و سرمایش

مشخصات کلی پمپهای گریز از مرکز

- قطر خروجی ۳۲ تا ۳۰۰ میلیمتر
- ظرفیت آبدهی ۵ تا ۱۸۰۰ متر مکعب در ساعت
- ارتفاع ۵ تا ۹۰ متر
- درجه حرارت سیال با آب بندی : با نوار گرافیت از ۵۰- تا ۱۱۰ درجه سانتیگراد و با آبنند مکانیکی از ۵۰- تا ۱۴۰ درجه سانتیگراد

منحنی همپوشانی پمپ گریز از مرکز



پمپ گل کش



این نوع پمپ از نوع گریز از مرکز افقی، با محفظه حلزونی، یک طبقه، پروانه یکسر آویز، موتور جدا تک مکشه مرکزی می باشد.

پروانه پمپ بالانس دینامیکی گردیده و محور بوسیله نوار گرافیکی آببندی می شود. فلنج محفظه رانش بسمت بالا بوده و اگر از طرف موتور نگاه شود در سمت چپ قرار گرفته است. جهت جلوگیری از نفوذ ذرات ساینده مایع پمپ شونده به محفظه آببندی و همچنین خنک کاری آن از یک منبع تغذیه خارجی استفاده می شود. یکی از ویژگیهای مهم این پمپها استفاده از قطعات سایشی تعویض شونده است .

موارد کاربرد پمپ گل کش

- پمپاژ مایعاتی همچون گل حفاری
- آب گل آلود (دارای شن و ماسه)
- دوغاب مصالح ساختمانی محلول موم
- مخلوط مواد نفتی سنگین
- همچنین در صنایع کاغذسازی، قند، مواد شوینده
- کاربردهای معمول پمپهای گریز از مرکز مانند آبرسانی و آبیاری و پمپاژ مواد شیمیایی سبک

مشخصات کلی پمپ گل کش

- قطر خروجی ۵۰ تا ۱۵۰ میلیمتر
- ظرفیت آبدهی ۱۰ تا ۳۵۰ متر مکعب در ساعت
- ارتفاع ۱۰ تا ۷۰ متر
- درجه حرارت سیال با آب بندی :از ۲۰ تا ۱۱۰ درجه سانتیگراد

منحنی همپوشانی پمپ

Selection charts of DSP pump / منحنی همپوشانی پمپ های دومکته

